作业6--高速缓存&辅存

学院 信息学院 班级 计科班 学号 20201050331 姓名 黄珀芝

1. 假设CPU执行某段程序时共访问Cache命中4800次，访问主存200次，已知Cache的存取周期是30ns,主存的存取周期是150ns,求Cache的命中率以及Cache-主存系统的平均访问时间和效率，试问该系统的性能提高了多少？（10分）

答：Cache被访问命中率为：4800/(4800+200)=24/25=96%

则Cache-主存系统的平均访问时间为：ta=0.96\*30ns+(1-0.96)\*150ns=34.8ns

Cache-主存系统的访问效率为：e=tc/ta100%=30/34.8100%=86.2%

性能为原来的150ns/34.8ns=4.31倍，即提高了3.31倍。

2. 有如下C语言程序段：

For(k=0;k<500;k++)

a[k]=a[k]+32;

若数组a及变量k均为int型，int型数据占4B，数据Cache采用直接映射方式、数据区大小为1KB、块大小为16B，该程序段执行前Cache为空，则该程序段执行的过程中访问数组a的Cache缺失率约为（ 12.5% ）。（10分）

3. 设主存容量为256K字，Cache容量为2K字，块长为4.

（1）设计Cache地址格式，Cache中可装入多少块数据？

（2）在直接映射方式下，设计主存地址格式。

（3）在四路组相联映射方式下，设计主存地址格式。

（4）在全相联映射方式下，设计主存地址格式。

（5）若存储字长为32位，存储器按字节寻址，写出上述三种映射方式下主存的地址格式。（20分）

答： （1）Cache容量为2K字，块长为4，Cache共有2K/4=211/22=29=512块，

Cache字地址9位，字块内地址为2位

因此，Cache地址格式设计如下：

|  |  |
| --- | --- |
| Cache字块地址（9位） | 字块内地址（2位） |

（2）主存容量为256K字=218字，主存地址共18位，共分256K/4=216块，

主存字块标记为18-9-2=7位。

直接映射方式下主存地址格式如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记（7位） | Cache字块地址（9位） | 字块内地址（2位） |

（3）根据四路组相联的条件，一组内共有4块，得Cache共分为512/4=128=27组，

主存字块标记为18-7-2=9位，主存地址格式设计如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记（9位） | 组地址（7位） | 字块内地址（2位） |

（4）在全相联映射方式下，主存字块标记为18-2=16位，其地址格式如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 主存字块标记（16位） | 字块内地址（2位） |

（5）若存储字长为32位，存储器按字节寻址，因每个字节为8位，则主存容量为256K\*32/8=220B，Cache容量为2K\*32/8=213B，块长为4\*32/8=32B=24B，字块内地址为4位，则Cache字块地址为13-4=9位

在直接映射方式下，主存字块标记为20-9-4=7位，主存地址格式为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记（7位） | Cache字块地址（9位） | 字块内地址（4位） |

在四路组相联映射方式下，主存字块标记为20-7-4=9位，主存地址格式为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记（9位） | 组地址（7位） | 字块内地址（4位） |

在全相联映射方式下，主存字块标记为20-4=16位，主存地址格式为：

|  |  |
| --- | --- |
| 主存字块标记（16位） | 字块内地址（4位） |

4.设主存容量为1MB，采用直接映射方式的Cache容量为16KB，块长为4，每字32位。试问主存地址为ABCDEH的存储单元在Cache中的什么位置？（10分）

答：主存和Cache按字节编址，

Cache容量16KB=214B，地址共格式为14位，分为16KB/(4\*32/8B)=210块，每块4\*32/8=16B=24B，Cache地址格式为： Cache字块地址（10位） 字块内地址（4位） 主存容量1MB=220B，地址共格式为20位，分为1MB/(4\*32/8B)=216块，每块24B，采用直接映射方式，主存字块标记为20-14=6位，主存地址格式为：

字块内地址（4主存字块标记（6位） Cache字块地址（10位） 位） 主存地址为ABCDEH=1010 1011 1100 1101 1110B，主存字块标记为101010，Cache字块地址为11 1100 1101，字块内地址为1110，故该主存单元应映射到Cache的101010块的第1110字节，即第42块第14字节位置。或者在Cache的第11 1100 1101 1110=3CDEH字节位置。

5.设某机主存容量为16MB，Cache的容量为16KB。每字块有8个字，每个字32位。设计一个四路相联映像（即Cache每组内共有4个字块）的Cache组织，要求：

1. 画出主存地址字段中各段的位数

（2）设Cache初态为空，CPU依次从主存第0、1、2、……99号单元读出100个字（主存一次读出一个），并重复此次许读8次，问命中率是多少？

（3）若Cache的速度是主存速度的6倍，试问有Cache和无Cache相比，速度提高多少倍？（20分）

答：（1）根据每个字块有8个字，每个字32位，得出主存地址字段中字块内地址字段为5位。

根据Cache容量为16KB＝214B，字块大小为25B，得Cache共有29B，故C＝9。根据四路组相联映像得2r=4,得r=2,则q=c-r=7

根据主存容量为16MB＝224B，得出主存地址字段中主存字块标记位数为24-7-5＝12.

主存地址字段各段格式为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主存字块标记  12位 | 组地址  7位 | 字块内地址  5位 |

（2）由于每个字块中有8个字，而且初态Cache为空，因此CPU读第0号单元时，未命中，须访问主存，同时将该字所在的主存块调入Cache第0组中的任一块内，接着CPU读1～7号单元时，均命中。同理CPU读第8，16、。。。。。、96号单元时均未命中。可见CPU在连续读100个字中共有13次未命中，而后7次循环读100个字全部命中，命中率为

（100×8-13）/（100×8）＝98.375％

（3）根据题意，设主存存取周期为6t，Cache的存取周期为t，没有Cache的访问时间为6t×800，有Cache的访问时间为t(800-13)+6t×13，则有Cache和没有Cache相比，速度提高倍数为6t×800/（t(800-13)+6t×13）-1＝4.5

6.假定主存地址为 32 位， 按字节编址， 指令 Cache 和数据 Cache 与主存之间均采用8路组相联映射方式，直写（Write Through）写策略和LRU替换算法， 主存块大小为64B，数据区容量各为32KB。开始时Cache均为空，请回答下列问题：

（1）Cache 每一行中标记（Tag）、LRU位各占几位？是否有修改位？

（2）有如下C语言程序段：

for ( k = 0 ; k < 1024 ; k++ )

S[k] = 2 \* s[k];

若数组 S 及其变量 k 均为 int 型，int 型数据占 4B，变量 k 分配在寄存器中，数组 s 在主存中的起始地址为 0080 00C0H，则该程序段执行过程中，访问数组 S 的数据 Cache 缺失次数为多少？

（3）若 CPU 最先开始的访问操作是读取主存单元 0001 003H 中的指令，简要说明从Cache 中访问该指令的过程，包括 Cache 缺失处理过程。（20分）

答：（1）主存块大小为64B=2^6字节，故主存地址低6位为块内地址；

Cache组数为32KB/（64B\*8）=64=2^6，故主存地址中间6位为Cache组号。主存地址为32位，剩下的20位是标记。

采用的是8路组相联映射，因此只需要用3位LRU位就能表示所有的块。

write-through和LRU算法都需要增加修改位。

（2）数组s的起始地址为0080 00C0，0000 0000 1000 0000 0000 0000 1100 0000

这一共是32位，标识位是 0000 0000 1000 0000 0000，其中块内地址0000 00体现s是在一个主存块开始处。

这段代码运行了1024次，每一次都要读一次s，写一次s。要访问数组s的数据Cache2048次，一个数组块大小为64B，一个int型数据4B，一个块支持代码循环16次，访问Cache32次。这其中，只有第一次访问Cache时会缺失，其余的三十一次均不会缺失，Cache缺失率为1/32。

因此访问数组s的数据Cache缺失次数为2048\*（1/32）=64次

（3）若CPU最先开始的访问操作是读取主存单元0001 0003 H中的指令，0001 0003H = 0000 0000 0000 0001 0000 0000 0000 0011B，根据主存地址划分可知，组索引为0，故该地址所在主存块被映射到指令Cache第0组；因为Cache初始为空，所有Cache行 的有效位均为0，所以Cache访问缺失。此时，将该主存块取出后存入指令Cache第0组的任意一行，并将主存地址高20位（00010H）填入该行标记字段，设置有效位，修改LRU位，最后根据块内地址000011B从该行中取出相应内容。

7.一个磁盘存储器共有6个盘片，假设最上、下两个面不可用，每面有204条磁道，每条磁道有12个扇段，每个扇段有512B，磁盘机以7200r/min速度旋转，平均定位（寻道）时间为8ms。

（1）计算该磁盘存储器的存储容量。

（2）计算该磁盘存储器的平均寻址时间。（10分）

答：（1）盘面数：n=2\*6-2=10；每个盘面的磁道数：k=204；

每条磁道记录的二进制代码数：s=12\*512B；

该磁盘存储器的存储容量：c=n\*k\*s=10\*204\*12\*512B=12533760B；

磁盘存储器的平均寻址时间包括平均寻道时间和平均等待时间。其中，平均寻道时间即平均定位时间为8ms，平均等待时间与磁盘转速有关系。根据磁盘转速为7200rpm，得磁盘每转一周的平均时间为【60s/（7200rpm）】\*0.5=4.165ms；

平均寻址时间为：8ms+4.165ms=12.165ms;